



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenl gungsschrift
⑩ DE 40 19 563 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:
B 22 F 9/08

②1 Aktenzeichen: P 40 19 563.5
②2 Anmeldetag: 15. 6. 90
④3 Offenlegungstag: 19. 12. 91

DE 40 19 563 A 1

⑦1 Anmelder:
Mannesmann AG, 4000 Düsseldorf, DE

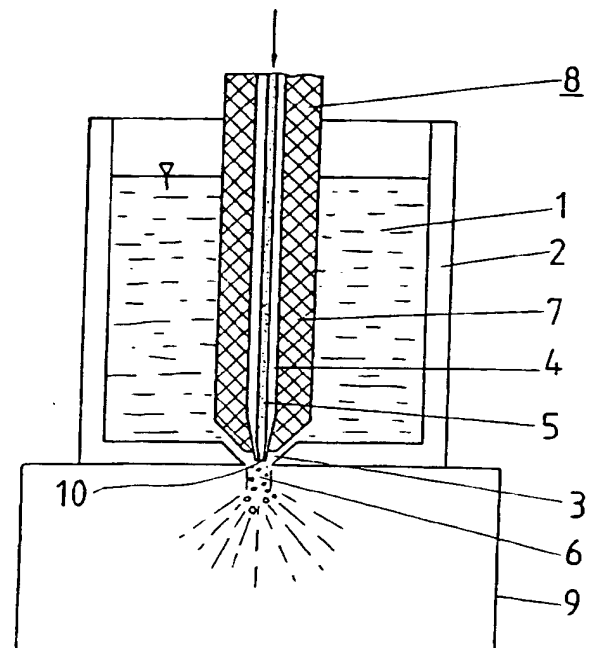
⑦4 Vertreter:
Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 1000 Berlin

⑦2 Erfinder:
Hofmann, Georg, Dipl.-Ing., 4000 Düsseldorf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Herstellung von Metallpulver

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Metallpulver durch Zerstäuben eines Gießstrahls einer Metallschmelze und anschließendes rasches Abkühlen der gebildeten Schmelzpartikel, wobei das Zerstäuben unter Ausnutzung der Entspannung eines in die Schmelze eingebrachten gasförmigen Mediums erfolgt. Um ein herkömmliches Verfahren dahingehend weiterzubilden, daß es die Herstellung von Metallpulvern gestattet, die durch eine spratzige Kornform eine gute Verpreßbarkeit aufweisen und gleichzeitig sehr feinteilig sind und wobei der Durchsatz großer Schmelzenmengen möglich sein soll und der Aufwand insbesondere im Hinblick auf die Zuführung des Zerstäubungsmediums gering bleibt und auch eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben, wird vorgeschlagen, daß als gasförmiges Medium die Dampfphase von Flüssigkeitströpfchen benutzt wird, die in den Gießstrahl unmittelbar vor dem vorgesehenen Zerstäubungsort eingebracht werden.



DE 40 19 563 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Metallpulver durch Zerstäuben eines Gießstrahls einer Metallschmelze gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Es sind zahlreiche Verfahren bekannt, mit denen durch Zerstäubung eines Gießstrahls einer Metallschmelze ein feinteiliges Metallpulver gewonnen werden kann. So wird beispielsweise in der DE 28 06 716 C3 ein Verfahren zur Herstellung von Eisenpulver beschrieben, bei dem ein durch eine Ringschlitzdüse hindurchgeführter Gießstrahl mittels Druckwasser von mindestens 80 bar in feine Partikel zerteilt wird, die in einem Auffangbehälter in einem Wasserbad in kürzester Zeit erstarren. Das Druckwasser tritt aus der Ringschlitzdüse in Form eines mit seiner Spitze nach unten gerichteten Wasserkegels aus, wobei die (theoretische) Kegelspitze in der Achse des Gießstrahls liegt. An der Unterseite der Ringschlitzdüse ist ein zum Gießstrahl koaxiales Saugrohr angeordnet, das es erlaubt, relativ hohe Mengen an geschmolzenem Eisen zu zerstäuben und dabei ein Pulver mit hoher Schüttdichte und dennoch guter Verpreßbarkeit zu erzeugen.

Die gute Verpreßbarkeit dieses Pulvers, d. h., die Möglichkeit zur Erzeugung von (noch nicht gesinterten) Preßlingen mit hoher Grünfestigkeit, resultiert daraus, daß infolge der Wasserverdüsung das einzelne Pulverkorn eine zerklüftete Oberfläche (spratzige Kornform) aufweist.

In der DE-OS 25 56 960 wird ein Verfahren zur Herstellung eines Metallzerstäubungspulvers erwähnt, bei dem ebenfalls ein Schmelzenstrahl durch eine Ringschlitzdüse geführt und mittels Druckgas, das in Form eines Kegelmantels ausströmt, zerstäubt wird. Der Ausguß für die Metallschmelze ist zum Austrittsende hin nach außen erweitert, so daß der Gießstrahl unter dem Einfluß eines Unterdrucks im Inneren des Zerstäubungskegels auseinandergerissen wird.

Ferner ist aus der EP 01 50 755 B1 ein Verfahren bekannt, bei dem eine Metallschmelze zur Gewinnung eines Eisenpulvers in der Weise behandelt wird, daß man die Schmelze mit einem unter Überdruck stehenden Inertgas vermischt, dann die mit dem Inertgas versetzte Schmelze mittels Druckgas zerstäubt und schließlich die so gewonnenen, mit Gaseinschlüssen versehenen Metalltröpfchen in einer Entspannungskammer unter Entspannung des Überdrucks in den Tröpfchen zum Zerspringen bringt, bevor die Erstarrung der gebildeten feinen Partikel beginnt. Dieses Verfahren liefert ein extrem feinteiliges Metallpulver. Da es sich um eine Gaszerstäubung handelt, weist das einzelne Korn keine spratzige Form auf, sondern hat eine eher glatte Oberfläche, die für die Erzielung einer ausreichenden Grünfestigkeit beim Pressen nachteilig ist. Außerdem ist der apparative und verfahrenstechnische Aufwand für die Durchführung dieses Verfahrens vergleichsweise hoch.

Schließlich wird in der EP 01 56 629 A2 ein Verfahren zur Metallpulvererzeugung beschrieben, bei dem eine Metallschmelze mit Hilfe eines Zerstäubungsgases in feine Tröpfchen zerteilt wird. Dies wird in der Weise durchgeführt, daß zunächst ein hohler Gießstrahl gebildet wird, indem in die Ausgießöffnung des verwendeten Schmelzengefäßes koaxial eine aus dem Schmelzengefäß unten herausragende rohrförmige Düse gehalten wird. Dadurch verengt sich die wirksame Durchtrittsöffnung für die Schmelze auf einen schmalen Ringspalt.

Die Schmelze fließt außen in einem dünnen Film an dem unten herausragenden, rohrförmigen Schaft der Düse entlang und bildet am Ende der Düse feine Tröpfchen, die von dem Zerstäubungsgas, das durch die Düse hindurchgeführt wird, abgelöst und mitgerissen werden. Nach erfolgter Abkühlung und Erstarrung erhält man ein feinteiliges Metallpulver, das wegen der Gaszerstäubung keine spratzige, sondern eher glatte Kornform aufweist. Wegen der erforderlichen kleinen ringförmigen Durchtrittsöffnung für die Metallschmelze ist die Durchsatzleistung dieses Verfahrens sehr begrenzt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art dahingehend weiterzubilden, daß es die Herstellung von Metallpulvern gestattet, die durch eine spratzige Kornform eine gute Verpreßbarkeit aufweisen und gleichzeitig sehr feinteilig sind. Dabei soll der Durchsatz großer Schmelzenmengen möglich sein und der Aufwand insbesondere im Hinblick auf die Zuführung des Zerstäubungsmediums gering bleiben. Außerdem soll eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens angegeben werden.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 bis 12 angegeben. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ist durch die Merkmale des Patentanspruchs 13 gekennzeichnet und durch die Merkmale der Unteransprüche 14 bis 19 in vorteilhafter Weise ausgestaltbar.

Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, in einen aus einem Schmelzengefäß austretenden Gießstrahl einer Metallschmelze unmittelbar vor dem vorgesehenen Ort der Zerstäubung Flüssigkeitsteilchen einzubringen. Wegen der hohen Temperatur des Schmelzenstrahls verdampfen die Flüssigkeitsteilchen innerhalb kürzester Zeit explosionsartig und zerreißen den Gießstrahl in feinste Tröpfchen, die zu einem entsprechenden feinteiligen Pulver erstarren. Um eine Rückwirkung dieser Verdampfung auf die im Schmelzenbehälter befindliche Schmelze auszuschließen, darf die Zuführung der Flüssigkeitsteilchen zur Schmelze frühestens etwa im Bereich der Ausgießöffnung erfolgen, wo sich ein Freistahl zu bilden beginnt. Es kann aber auch ein hohler Gießstrahl erzeugt werden, in den das Gas-Flüssigkeits-Gemisch hineingeblasen oder -gedrückt wird. Als flüssiges Zerstäubungsmedium eignet sich in besonderer Weise Wasser. Dieses kann beispielsweise in Form von Naßdampf oder auch in Form eines mit Wassertröpfchen beladenen Gasstroms, insbesondere eines Intergasstroms, erfolgen. Letzteres bietet sich an, wenn Oxidationsvorgänge an den Metallpulverteilchen vermieden oder vermindert werden sollen. Grundsätzlich ist es auch möglich, diese erfindungsgemäße Art der Zerstäubung einer Metallschmelze, bei der das eingesetzte flüssige Zerstäubungsmedium nur mit vergleichsweise geringem Druck, also wenig Energieaufwand, eingesetzt wird, mit der bekannten Flüssigkeitsverdüsung unter Verwendung z. B. einer Ringschlitzdüse zu kombinieren. In diesem Fall lassen sich ganz besonders feinteilige Pulverteilchen erzeugen, da die Primärzerteilung des Schmelzenstrahls durch das explosionsartige Verdampfen der Flüssigkeitsteilchen im Gießstrahl ergänzt wird durch eine Sekundärzerteilung der dabei entstandenen Tröpfchen.

Die Verwendung von Wasser als Zerstäubungsmedium für das erfindungsgemäße Verfahren kann dazu führen, daß das Wasser aufgrund der hohen Schmelzentemperatur dissoziiert wird zu Wasserstoff und Sauerstoff.

Zur Vermeidung einer Explosionsgefahr infolge einer denkbaren Knallgasreaktion bietet es sich in diesem Fall an, den Bereich, durch den sich der zerteilte Gießstrahl bewegt, also das zum Auffangen und Abkühlen der zerstäubten Schmelze benutzte Gefäß, ständig mit einem inerten Gas (z. B. Stickstoff oder Argon) zu spülen. Eine andere Lösung dieses Problems kann dadurch erreicht werden, daß eine sauerstoffabsorbierende Atmosphäre in dem Auffanggerät erzeugt und aufrechterhalten wird. Das läßt sich z. B. durch flüssige Kohlenwasserstoffe (wie etwa Öl, Petroleum oder Benzine) realisieren, die zusätzlich zum Wasser oder auch als alleiniges Zerstäubungsmedium eingesetzt werden können. Dabei ist zu bedenken, daß sich eine Aufkohlung der Metallpulverteilchen einstellt, die in vorteilhafter Weise ausgenutzt werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren beinhaltet eine sehr gute Regulierungsmöglichkeit für die Einstellung der Partikelgröße des erzeugten Metallpulvers. Es konnte nämlich festgestellt werden, daß die Einzelkörper um so feiner werden, je größer die einzelnen Flüssigkeitströpfchen des Zerstäubungsmediums sind, die in den Schmelzenstrahl eingeführt werden.

Die Gestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wird anhand der Fig. 1 und 2, die schematisch zwei unterschiedliche Ausführungsformen der Erfindung zeigen, näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Schmelzengefäß 2, dessen Boden mit einer Ausgießöffnung 3 versehen ist und in dem sich eine Metallschmelze 1 (z. B. Eisenschmelze) befindet. Unmittelbar an den Boden des Schmelzengefäßes 2 ist ein (unvollständig gezeichneter) Auffangbehälter 9 für das Auffangen der zerstäubten Metalltröpfchen angeschlossen.

Der Auffangbehälter 9 kann beispielsweise teilweise mit Wasser oder einer sonstigen Kühlflüssigkeit gefüllt sein, um zu vermeiden, daß die zerstäubten Schmelzenteilchen vor dem Erstarren aufeinandertreffen und miteinander zu größeren Partikeln verschmelzen oder verschweißen. Von oben ist in den Schmelzenbehälter 2 ein Tauchrohr 8 geführt, das im Bereich der Ausgießöffnung 3 endet und letztere in ihrem Durchtrittsquerschnitt verengt. Das Tauchrohr 8 ist als Doppelmantelrohr mit einem Innenrohr 4 und einer äußeren Feuerfestummantelung 7 ausgeführt. Wegen der erheblichen thermischen Belastung empfiehlt es sich, das Innenrohr 4 aus widerstandsfähigen und thermisch isolierenden Materialien wie Borkarbid-, Bornitrid- und/oder Zirkonoxid-Keramik zu fertigen. Durch den freien Querschnitt des Innenrohres 4 wird das Zerstäubungsmedium 5 z. B. in Form eines mit Wassertröpfchen angereicherten Gasstroms eingeführt und im Bereich der Ausgießöffnung 3 in den aus dem Schmelzengefäß 2 austretenden Gießstrahl eingebracht. Die Austrittsöffnung 10 des Innenrohres 4 weist gegenüber dem freien Querschnitt im davorliegenden Teil des Innenrohres 4 einen verengten Querschnitt auf, der dafür sorgt, daß das mit Überdruck zugeführte Flüssigkeits-Gas-Gemisch mit möglichst hoher Geschwindigkeit auf die auslaufende Schmelze trifft. Beim Zusammentreffen der Schmelze und der Flüssigkeit verdampft letztere explosionsartig und reißt den austretenden Schmelzenstrahl 6 in kleinste Tröpfchen auseinander, die danach z. B. in einem (nicht dargestellten) Wasserbad am Boden des Auffangbehälters 9 zu Metallpulver erstarren.

Während die Größe der Ausgießöffnung 3 des Schmelzenbehälters 2 bei einer herkömmlichen Wasserverdüsung von Eisenpulver mittels Ringschlitzdüse et-

wa 8–10 mm beträgt, liegt sie bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung etwa im Bereich von 20–30 mm. Dies ist allein deswegen schon notwendig, um ein Einfrieren der Ausgießöffnung 3, in die das Tauchrohr 8 eingeführt ist, zu verhindern.

Dies führt aber auch dazu, daß erheblich größere Mengen im Zerstäubungsprozeß durchsetzbar sind als bei der herkömmlichen Verdüsung. Verbessert wird die hohe Durchsatzleistung dieses Verfahrens noch durch den unterhalb der Ausgießöffnung 3 entstehenden Injektoreffekt.

Um bei Verwendung von Wasser als Zerstäubungsmedium die Ansammlung von Knallgas im Auffangbehälter 9 zu vermeiden, kann dieser mit Leitungsschlüssen zur Zu- und Ableitung eines inerten Spülgases (nicht dargestellt) ausgestattet sein. Weiterhin kann unterhalb der Ausgießöffnung 3 eine zusätzliche Verdüsungsvorrichtung z. B. für Druckwasser oder Druckgas vorgesehen sein (ebenfalls nicht dargestellt), um eine weitere Verfeinerung der Zerstäubungspartikel zu erreichen. Die Zuführung für das Zerstäubungsmedium, die durch einen Pfeil angedeutet ist, kann in der Weise ausgebildet sein, daß die Trägergaszufuhr völlig getrennt von der Aufgabevorrichtung für die Flüssigkeitströpfchen (beides nicht dargestellt) an das Tauchrohr 8 angeschlossen ist. Das ermöglicht es, die Flüssigkeitsbelastung (und somit die Erzielung eines bestimmten Korngrößenspektrums) des Trägergasstroms völlig unabhängig von dessen Mengentrom einstellen zu können.

Grundsätzlich ist es auch möglich, die Flüssigkeitstropfen ohne einen Trägergasstrom in den Schmelzenstrahl einzubringen. Hierzu kann die Flüssigkeit beispielsweise zunächst in Form eines Flüssigkeitsfilmes in einem Rohr geführt werden, wobei der Übergang in die Tröpfchenform am Ende des Zuführrohres erfolgt, wo sich die Tröpfchen ablösen und in den Schmelzenstrahl übergehen.

In Fig. 2, die in vielen Einzelheiten mit Fig. 1 übereinstimmt und daher gleiche Bezugszeichen aufweist, ist das Tauchrohr 8 durch die Ausgießöffnung 3 hindurchgeführt und ragt nach unten etwas aus dem Schmelzengefäß 2 heraus. Das infolge der Schwerkraft durch den Ringspalt der Ausgießöffnung 3 herausfließende Metall bildet einen hohlen Gießstrahl, in den das Zerstäubungsmedium 5 beispielsweise hineingeblasen wird und infolge der schlagartigen Verdampfung der Flüssigkeitströpfchen das Zerreißen des Metallstrahls in feinste Tröpfchen bewirkt.

In drei Versuchen wurde jeweils eine 100-kg-Stahlschmelze zerstäubt. Dabei wurde in zwei Vergleichsversuchen die Zerstäubung auf konventionelle Weise mittels Druckgas bzw. mittels Druckwasser vorgenommen. Im dritten Versuch wurde die Stahlschmelze in erfindungsgemäßer Weise durch Flüssigkeitszuführung in das Innere eines Hohlstrahls verdüst.

Bei der Druckgasverdüstung, die etwa 1 Minute dauerte, wurden 2500 m³ n/h Stickstoff bzw. Argon verbraucht. Der Wasserdurchsatz bei der Wasserverdüsung betrug etwa 1,5 m³/min. Die Korngrößenverteilung des wasserverdüsteten Stahlpulvers war gegenüber dem gasverdüsteten deutlich zu kleineren Korngrößen verschoben.

Bei dem erfindungsgemäßen dritten Versuch, der in der in Fig. 2 dargestellten Weise ausgeführt wurde, waren die folgenden geometrischen Abmessungen eingestellt:

Durchmesser des Tauchrohres: 26 mm

Durchmesser der Ausgießöffnung: 30 mm

Durchmesser der Gaszuführung: 8 mm

Die Gasgeschwindigkeit betrug 50 m/s, was einem Gasverbrauch von 1,5 m³/min entspricht. Der Anteil des als Zerstäubungsflüssigkeit benutzten Petroleum im Gasstrom war 0,1%, entsprechend einem Verbrauch von 1,5 l/min. Der mittlere Tropfendurchmesser wurde auf ca. 0,3 mm (Druck vor der Düse 2 bar) geschätzt. Zur zusätzlichen Zerteilung der Schmelzenpartikel wurde noch eine Wasserverdüsung nachgeschaltet. Der Wasserverbrauch in der Ringschlitzdüse der Wasserverdüsung konnte von 1,5 m³/min bei reiner Wasserverdüsung auf 0,5 m³/min gesenkt werden. Der O₂-Anteil des Stahlpulvers war bei erfindungsgemäßer Verdüsung um über 30% niedriger als bei reiner Wasserverdüsung. Die Korngrößenverteilung war dabei um über 10% zu kleineren Korndurchmessern hin verschoben. Die Kornform war spratzig.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Metallpulver durch Zerstäuben eines Gießstrahls einer Metallschmelze und anschließendes rasches Abkühlen der gebildeten Schmelzenpartikel, wobei das Zerstäuben unter Ausnutzung der Entspannung eines in die Schmelze eingebrachten gasförmigen Mediums erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß als gasförmiges Medium die Dampfphase von Flüssigkeitströpfchen benutzt wird, die in den Gießstrahl unmittelbar vor dem vorgesehenen Zerstäubungsort eingebracht werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als gasförmiges Medium Wasserdampf verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit in Form eines mit Tröpfchen beladenen Gasstroms in den Gießstrahl eingebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wassernaßdampf in den Gießstrahl eingebracht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein mit Flüssigkeitströpfchen beladener Inertgasstrom in den Gießstrahl eingebracht wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeitströpfchen zumindest teilweise aus einem Kohlenwasserstoff, insbesondere aus Petroleum, bestehen.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der flüssige Kohlenwasserstoff nach Art und Menge so ausgewählt wird, daß eine gezielte Aufkohlung des Metallpulvers einstellbar ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung der Flüssigkeitströpfchen in den Schmelzenstrahl (in Ausflußrichtung gesehen) dicht vor oder im Bereich der Stelle erfolgt, wo der Gießstrahl als Freistrahle fließt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung der Flüssigkeit zunächst in Form eines Flüssigkeitsfilms erfolgt und die Aufteilung in Tröpfchen beim Austritt in die Schmelze erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß (in Ausflußrichtung gesehen) hinter der Zuführung der Flüssigkeits-

tröpfchen eine zusätzliche Zerteilung der gebildeten Schmelzenpartikel erfolgt, indem in an sich bekannter Weise von außen Gas- oder Flüssigkeitsstrahlen hoher Geschwindigkeit auf den Strom der Schmelzenpartikel gerichtet werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Atmosphäre in der Umgebung des gebildeten Schmelzenpartikelstroms mit einem inerten Gas, insbesondere Stickstoff, gespült oder mit Sauerstoff absorbierenden Komponenten angereichert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeitströpfchen in einen hohlen Gießstrahl eingebracht werden.

13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem Schmelzengefäß (2) mit mindestens einer Ausgießöffnung (3), in die koaxial ein feuerfestes Tauchrohr (8) eingeführt ist, durch welches ein Fluidstrom als Zerstäubungsmedium hindurchleitbar ist und mit einer Vorrichtung (9) zum Auffangen und Abkühlen von Schmelzenpartikeln, dadurch gekennzeichnet, daß das Tauchrohr (8) im Bereich der Ausgießöffnung (3) des Schmelzengefäßes (2) endet.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Tauchrohr (8) zur Ausbildung eines hohlen Gießstrahls durch die Ausgießöffnung (6) hindurchgeführt ist und bündig mit dem unteren Ende der Ausgießöffnung (6) abschließt oder dicht darunter endet.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Tauchrohr (8) eine verengte Austrittsöffnung (10) für das Zerstäubungsmedium aufweist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Tauchrohr (8) doppelwandig ausgeführt ist mit einer äußeren Feuerfestummantelung (7) und einem Innenrohr (4) aus Borkarbid-, und/oder Bornitrid- und/oder Zirkonoxid-Keramik.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Tauchrohr (8) eine getrennte Zuleitung für ein gasförmiges Medium und einen Anschluß an eine Sprühhvorrichtung zur Einleitung feinteiliger Flüssigkeitspartikel aufweist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb der Ausgießöffnung (3) des Schmelzengefäßes (2) eine Düseneinrichtung für ein flüssiges oder gasförmiges Zerstäubungsmedium angebracht ist, durch die hindurch oder an der vorbei der in Partikel zerteilte Schmelzenstrahl leitbar ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (9) zum Auffangen und Abkühlen der Schmelzenpartikel mit Anschlüssen zur Zu- und Ableitung eines inerten Spülgases ausgestattet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

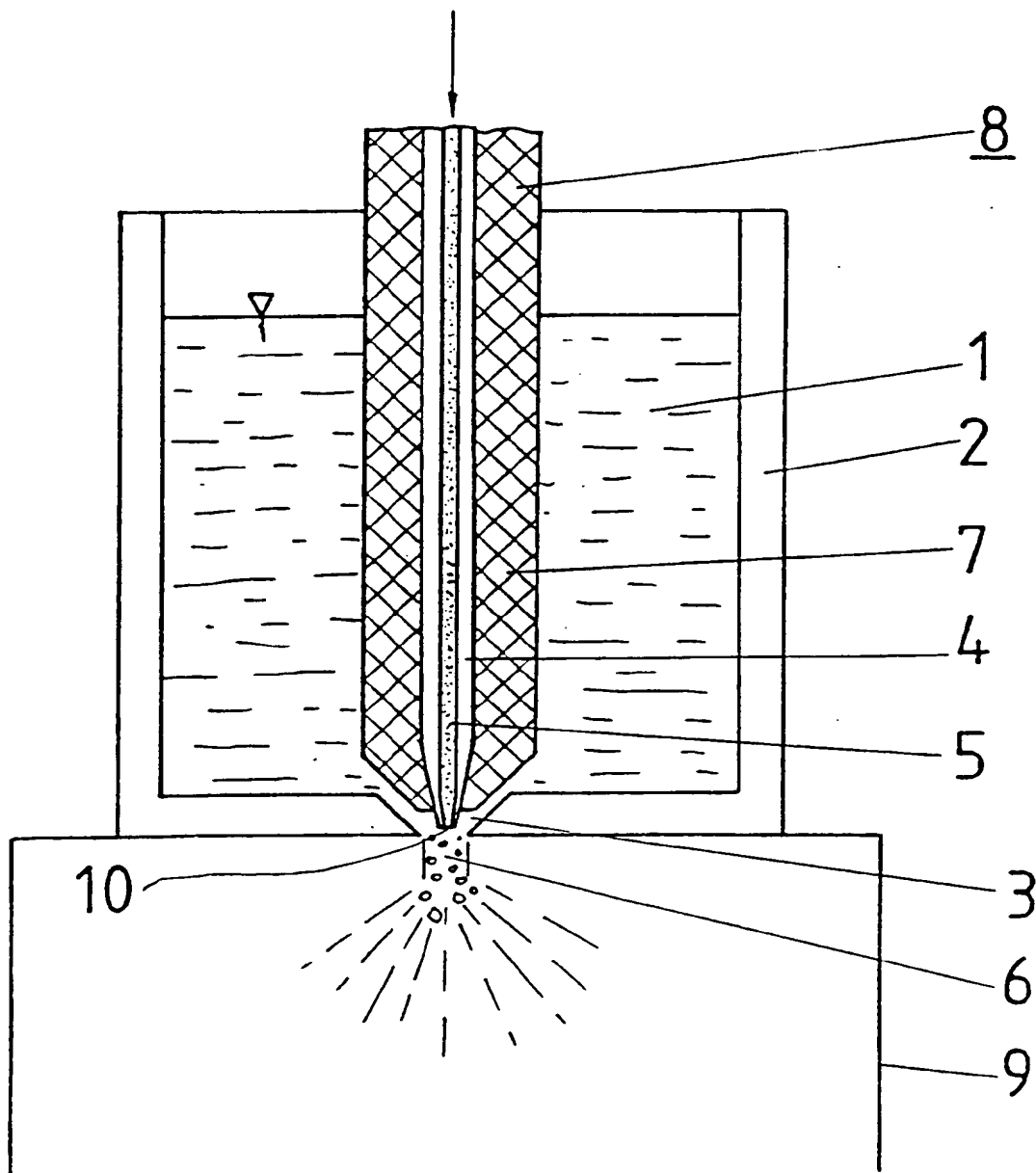


Fig. 1

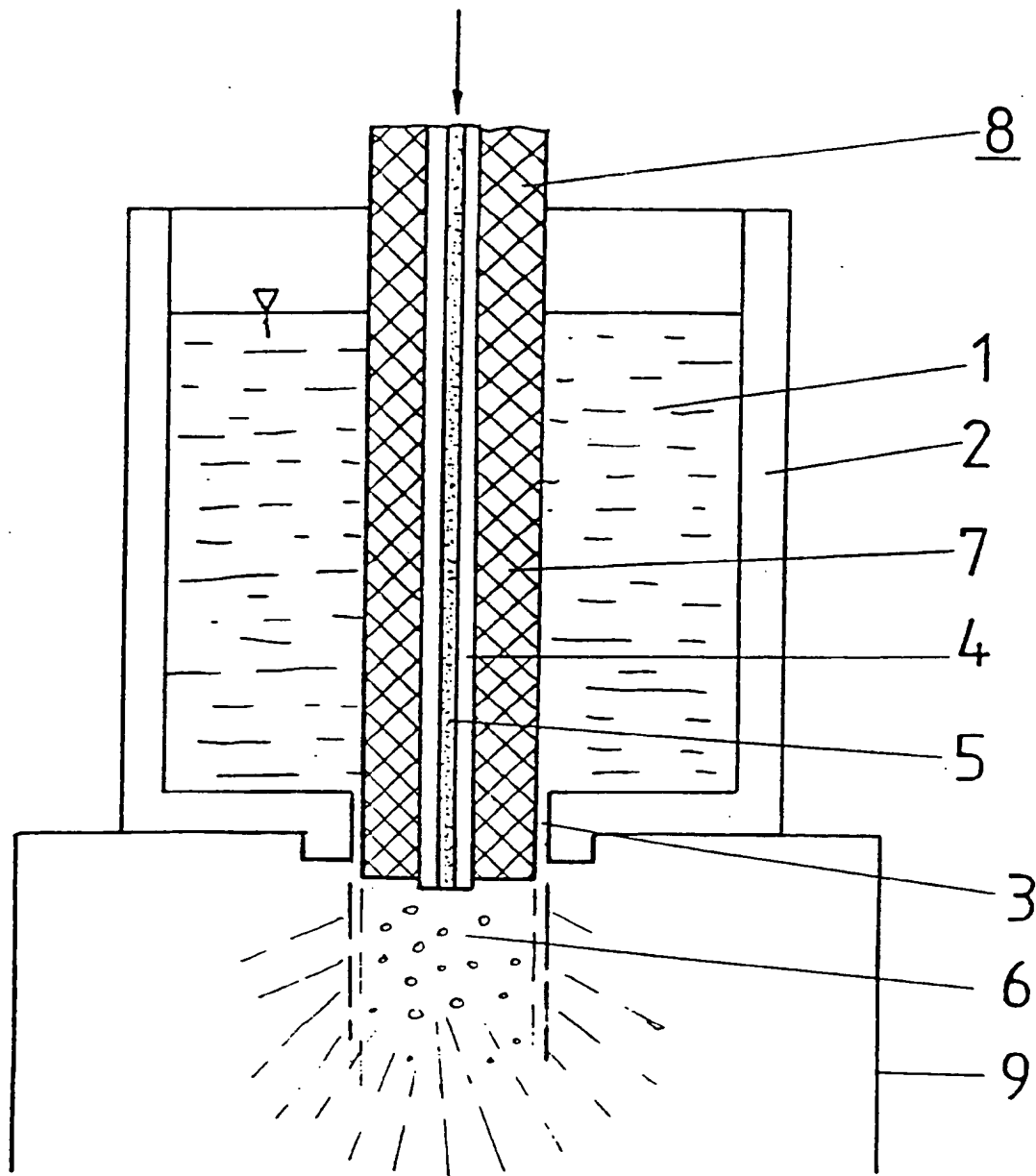


Fig. 2